

ОТЗЫВ

официального оппонента Громова Юрия Юрьевича на диссертацию Супрунова Игоря Ивановича на тему «Математические модели и алгоритмы последовательной обработки движущихся протяженных объектов на основе окрестностных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы диссертации. Одним из перспективных направлений в решении задач математического моделирования сложных производственных процессов и объектов является использование дискретных окрестностных моделей, отличающихся достаточной универсальностью и гибкостью, возможностью адаптации к различным ситуациям и задачам.

Среди классов окрестностных моделей особый интерес представляют динамические окрестностные модели, которые, как правило, рассматриваются с точки зрения изменения свойств объекта в зависимости от времени в ситуациях, когда объект неподвижен или его движение в пространстве не имеет значения. В случае процессов обработки движущихся объектов неподвижными устройствами становится актуальной задача построения динамических окрестностных моделей с учетом движения объекта в пространстве.

Темой исследования Супрунова И.И. является определение и изучение класса динамических окрестностных моделей, позволяющих описывать процессы обработки движущихся объектов неподвижными устройствами. Вводимый в работе класс моделей можно рассматривать как обобщение класса обычных динамических окрестностных моделей. Актуальность предлагаемого класса моделей связана, в частности, с рассматриваемыми в работе приложениями к некоторым задачам металлургии и логистики, в которых математическая модель должна учитывать движение объекта или последовательности объектов в пространстве и процесс последовательной обработки объекта во время движения неподвижными устройствами.

Тематика работы связана с научными направлениями Липецкого государственного технического университета, что также свидетельствует об актуальности.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Автором введены классы дискретных динамических окрестностных моделей на основе использования переменных Лагранжа и Эйлера, описывающие поступательное движение

объекта в трехмерном пространстве одновременно с изменением его состояния во времени, при этом сама геометрия объекта не изменяется. Изменение состояния объекта происходит в результате внутреннего детерминированного процесса и внешних управляющих воздействий в некоторой неподвижной области пространства при прохождении объектом этой области.

Введенные классы позволяют, в частности, применять окрестностные модели для описания процесса последовательной обработки движущихся протяженных объектов. Примером, рассматриваемым в работе, является процесс охлаждения горячекатаной полосы при ее движении на отводящем рольганге. В этом примере процесс обработки включает, как детерминированную часть, естественное охлаждение окружающей средой в «пассивных» зонах до и после зоны душирующих установок и, как управляемую часть, охлаждение душирующими установками в средней («активной») зоне. Автором разработаны алгоритмы и численные методы, отличающиеся использованием окрестностной модели Эйлера и позволяющие решать прямую и обратную задачи расчета изменения параметров протяженного объекта на пассивных этапах процесса обработки. Численные методы позволяют находить значения векторов, которые характеризуют профиль протяженного объекта по его длине на входе в активную зону обработки и на выходе из активной зоны. Для этих расчетов в качестве начальных данных используется информация о профилях свойств объекта на входе в начальную пассивную зону и на выходе из конечной пассивной зоны. Разработан алгоритм расчета режимов работы последовательности однотипных управляющих устройств на активном этапе обработки, отличающийся возможностью учета изменяющихся параметров объекта и позволяющий достигать заданных параметров выхода. Данный алгоритм позволяет вычислить матрицу значений управляющих векторов в каждый момент времени (размерность управляющего вектора равна количеству устройств обработки). Предложены модификации алгоритма последовательной обработки на активном этапе. Разработанные модификации позволяют учитывать ограничения на ресурсы управляющих устройств и позволяют решать задачу равномерного расхода ресурсов. Автором разработан проблемно-ориентированный комплекс программ, отличающийся наличием трех вычислительных модулей. Комплекс программ реализует разработанные численные методы и алгоритмы, вычислительные модули соответствуют трем этапам обработки и позволяют находить режимы работы устройств активной зоны, реализующие заданные целевые параметры выхода.

Работа, в целом, соответствует общим требованиям к содержанию и оформлению кандидатских диссертаций. Основные научные результаты

достаточно полно отражены в 15 публикациях, в том числе в 4 по Перечню изданий ВАК. Определено авторское участие в публикациях. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Достоверность и новизна. В работе получены следующие результаты, отличающиеся научной новизной:

1. Введены классы динамических окрестностных моделей на основе использования переменных Лагранжа и Эйлера, что позволяет применять дискретные системы для описания процесса последовательной обработки движущихся протяженных объектов.

2. Разработаны алгоритмы и численные методы, отличающиеся использованием окрестностной модели Эйлера и позволяющие решать прямую и обратную задачи расчета изменения параметров протяженного объекта на пассивных этапах процесса обработки.

3. Разработан алгоритм расчета режимов работы последовательности однотипных управляющих устройств на активном этапе обработки, отличающийся возможностью учёта изменяющихся параметров объекта и позволяющий достигать заданных параметров выхода.

4. Предложены две модифицированные версии алгоритма последовательной обработки на активном этапе, отличающиеся возможностью учета ограничений на ресурсы управляющих устройств и позволяющие решать задачу равномерного расхода ресурсов.

5. Разработан проблемно-ориентированный комплекс программ, отличающийся наличием трех вычислительных модулей, соответствующих трем этапам обработки, и позволяющий находить режимы работы устройств активной зоны, реализующие заданные целевые параметры выхода.

Достоверность результатов работы подтверждается проведенными в достаточном объеме исследованиями с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Теоретическая значимость. Теоретическая значимость результатов работы заключается в построении динамических окрестностных моделей поступательного движения и обработки пространственных объектов в переменных Лагранжа и Эйлера. Полученные результаты позволяют использовать построенные динамические окрестностные модели и разработанные для них алгоритмы для описания процесса последовательной обработки движущихся протяженных объектов.

Ценность данной работы для практики. Практическая значимость результатов работы заключается в адаптации построенных моделей и

разработанных алгоритмов для применения в производственных задачах обработки протяженных объектов и логистических задачах равномерного распределения поставок продукции. Результаты работы рекомендованы для дальнейшего рассмотрения и использования предприятиями АО «Липецкцемент», СП «Хмелинецкий сахарный завод» АО «АПО «Аврора», ООО «ЛипецкНИЦстройпроект», ООО «Группа Компаний «ЛипецкПрофиль», ПАО «НЛМК».

Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет» в рамках образовательной программы по направлению 01.03.03 «Механика и математическое моделирование» при выполнении индивидуальных заданий по дисциплинам «Математическое моделирование», «Применение компьютерных технологий в динамике систем тел», а также при подготовке выпускных квалификационных работ.

Тема и результаты исследования соответствуют пп. 2,3,8 паспорта специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Замечания:

1. Замечание по главе 1. В описании окрестностной системы на странице 15 следовало бы пояснить, что в системах 1.2 или более общей системе 1.3 каждое уравнение соответствует одному узлу и потому количество уравнений системы равно количеству узлов.

2. Замечание по главе 2. В первом абзаце параграфа 2.1 следовало бы уточнить, что здесь описывается непрерывная модель, переход к дискретной модели происходит во втором абзаце. Кроме того, в этом абзаце вводится обозначение S' для вектор-функции, при этом далее в описании закона поступательного движения объекта почему-то одновременно используются обозначения S' и $S(t)$.

3. Замечание по главе 3. В пункте 3.5 после определения понятия емкости без объяснения появляется близкий по смыслу термин «ресурсы». Следовало бы подробнее объяснить, в чем состоит различие между терминами.

4. Замечание по главе 3. Параграф 3.1, возможно, следовало бы разбить на подпункты, чтобы более явно обозначить три этапа алгоритма и отделить описание алгоритма от рассмотренных далее примеров.

5. Замечание по главе 4. На стр. 83 во фразе: «часть Г6 – Г12 представляет на схеме клети чистовой группы, в модели данная зона обработки представлена пассивным участком с количеством узлов n_1 » имеется неточность формулировки при верном рисунке. По всей видимости, следует читать, что

первая зона – это интервал между последней чистовой клетью и зоной ускоренного охлаждения.

Указанные замечания не оказывают влияния на общую положительную оценку диссертации и не опровергают результаты, полученные автором, а связаны с ее критическим рассмотрением.

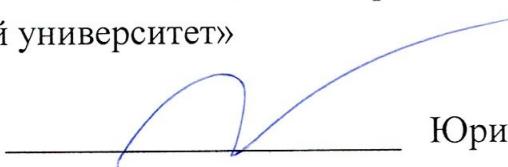
Заключение.

Диссертационная работа Супрунова И.И. представляет собой законченное научное исследование, результаты которого обладают признаками новизны и значимы как с научной, так и с практической точки зрения. Диссертация «Математические модели и алгоритмы последовательной обработки движущихся протяженных объектов на основе окрестностных систем» соответствует критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Супрунов Игорь Иванович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Громов Юрий Юрьевич, даю свое согласие на автоматизированную обработку персональных данных.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

доктор технических наук, профессор, директор института автоматики и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»



Юрий Юрьевич Громов

« 13 » декабря 2024 г.

Адрес: 392032, Россия, г. Тамбов, ул. Мичуринская, д. 112, корп. А, каб. 207,
ТГТУ Директорат института автоматики и информационных технологий
Телефон: +7 (4752) 63-39-26, e-mail: gromovtambov@yandex.ru



ДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
ЧНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ТГТУ